



②① Aktenzeichen: 198 35 759.1  
②② Anmeldetag: 7. 8. 1998  
④③ Offenlegungstag: 17. 2. 2000

⑦① Anmelder:  
Adam Opel AG, 65428 Rüsselsheim, DE

⑦② Erfinder:  
Busenbender, Ilona, Dipl.-Ing., 65462  
Ginsheim-Gustavsburg, DE

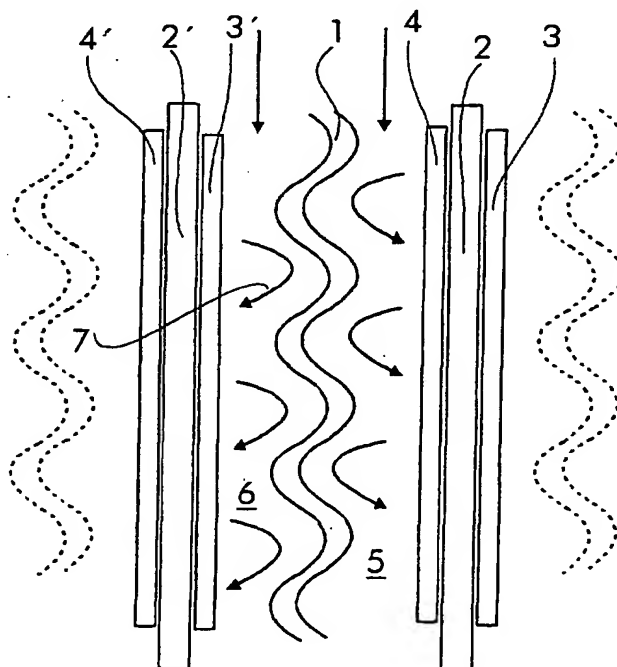
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 44 43 688 C1  
EP 03 97 072 A1  
WO 92 16 029 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Brennstoffzelle

⑤⑦ Es wird eine Brennstoffzelle beschrieben, bei der in den Brennstoffkammern (5, 6) Hindernisse im Strömungsfeld vorgesehen sind, die eine Verwirbelung (Pfeil 7) der einströmenden Gase bzw. Flüssigkeiten bewirken. Damit wird eine bessere Übertrittswahrscheinlichkeit der Reaktanden in die jeweiligen Elektroden (3', 4) bewirkt, so daß schon bei einem geringen Druck in den Brennstoffkammern (5, 6) eine erhöhte Leistung der Brennstoffzelle durch einen verbesserten Stoffaustausch in den Elektroden erzielt wird.



Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennstoffzelle mit zwei porösen Elektroden, die zwischen sich einen Elektrolyten einschließen, und mit zwei schmalen Brennstoffkammern, die jeweils von einer der Elektroden und einer der jeweiligen Elektrode im geringen Abstand gegenüberliegenden Trennplatte gebildet sind, wobei der Brennstoff von der einen zur gegenüberliegenden Schmalseite der Kammer geführt wird, so daß die Hauptströmungsrichtung parallel zur Elektrode bzw. zur Trennplatte liegt.

Je nachdem um welchen Brennstoffzellentyp es sich handelt – die einzelnen Typen unterscheiden sich im eingesetzten Elektrolyten –, wird in die eine Brennstoffkammer (Anodenkammer) Wasserstoff, Methanol, Methan oder ein anderer Kohlenwasserstoff eingeleitet, während die andere Kammer (Kathodenkammer) mit reinem Sauerstoff oder Luftsauerstoff betrieben wird. Bei einem Polymer-Membran-Elektrolyt werden die Brennstoffkammern mit Wasserstoff als Brenngas und Sauerstoff bzw. Luftsauerstoff als Oxidant beschickt.

Dabei hat sich herausgestellt, daß insbesondere der Druck in den Kammern einen entscheidenden Einfluß auf den Wirkungsgrad der Brennstoffzelle bzw. den Gesamtwirkungsgrad besitzt. Die Druckverhältnisse bestimmen nämlich die Stoffaustauschrate in der Dreiphasenzone, das ist der Bereich der Elektrode, in dem das Elektrolyt, der Brennstoff bzw. der Sauerstoff und das Elektrodenmaterial (in der Regel: Nickel in der Anode und Silber oder Aktivkohle in der Kathode), zusammentreffen. Der Stofftransport kann durch eine Druckerhöhung verbessert werden. Insbesondere der Druck in der Kathodenkammer muß sorgfältig bestimmt werden. Zwar vergrößert sich bei einer Erhöhung des Drucks in dieser Brennstoffkammer die Leistung der Brennstoffzelle. Dies wird aber durch eine erhöhte Leistungsaufnahme des dazu notwendigen Verdichters kompensiert. Außerdem kann die Stoffaustauschrate nicht beliebig und häufig nicht in dem gewünschten Maße durch eine Druckerhöhung vergrößert werden.

Diese Zusammenhänge sind ausführlich dargestellt in K. Straßer, Brennstoffzellen für Elektrotraktion, VDI Bericht Nr. 912, 1992, Seite 125 bis 145.

Die Erfindung beruht auf der Aufgabe, die Leistungsfähigkeit der Brennstoffzelle zu vergrößern, ohne daß dazu eine erhöhte Leistungsaufnahme der Peripherie notwendig wird.

Es wird daher vorgeschlagen, daß im Strömungsweg der Brennstoffe innerhalb der Brennstoffkammern ein oder mehrere Hindernisse vorhanden sind, die eine Verwirbelung des Brennstoffs derart bewirken, daß das Strömungsfeld abschnittsweise eine Geschwindigkeitskomponente in Richtung auf die jeweilige Elektrode erfährt.

Wegen der Hindernisse kommt es zu lokalen Druckerhöhungen, die eine verbesserte Aufnahme der Brenngase in die porösen Elektroden bewirken: Da aber gleichzeitig der Gesamtdruck in der Brennstoffkammer nicht vergrößert wird, ergibt sich keine erhöhte Leistungsaufnahme des angeschlossenen Verdichters. Außerdem werden Stofftransporthemmungen in der Elektrode bzw. in deren Reaktionszonen minimiert.

Aus der EP 0 397 072 A1 ist eine Brennstoffzelle mit einer Trennplatte bekannt, die in Form eines Eierkartons zu beiden Seiten hin ausgebeult ist, wobei die Spitzen der jeweiligen Erhebungen die Elektroden kontaktieren. Die Ausbeulungen haben die Aufgabe, eine elektrische Verbindung zwischen der jeweiligen Elektrode und der Trennplatte herzustellen, die hier als bipolare Platte fungiert. Es fehlt die Lehre, diese Ausbeulungen gezielt im Hinblick auf eine ver-

besserte Absorption des Brenngases bzw. des Oxidanten in den Elektroden zu gestalten und zu nutzen.

Die Hindernisse können verschiedenartig ausgestaltet sein: Zum einen kann es sich um quer zur Hauptströmungsrichtung verlaufende langgestreckte Erhebungen handeln, so daß eine waschbrettartige Struktur entsteht, zum anderen können aber auch tellerartige Erhebungen vorgesehen werden.

Für den zweiten Fall wird vorgeschlagen, daß die Erhebungen zweier aufeinanderfolgender Reihen in Anströmungsrichtung versetzt zueinander angeordnet sind.

Für die verbesserte Brennstoffaufnahme ist es wichtig, das Querschnittsprofil der Hindernisse optimal zu gestalten. Als Grundstruktur wird ein Querschnittsprofil vorgeschlagen, das einer Halbsinuswelle entspricht. Die Steigung kann dabei an der Anströmungsflanke etwas größer sein als an der Abströmungsflanke.

In vorteilhafter Weise werden die Hindernisse an der jeweiligen Trennplatte ausgebildet. Vorzugsweise sind sie einstückig mit der Trennplatte ausgeführt. Wie in der schon erwähnten europäischen Patentanmeldung kann auch hier die Trennplatte als bipolare Platte ausgebildet werden, die in einer elektrisch leitenden Verbindung zu den Elektroden steht, wobei die bipolare Platte die Trennplatte der an ihr angrenzenden Brennstoffkammern bildet. Die Hindernisse werden durch Verformungen der Platte erzeugt, wobei die Hindernisstruktur auf der einen Seite der Trennplatte komplementär ist zur Hindernisstruktur auf der anderen Seite.

Im folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1: den Querschnitt durch eine Brennstoffzelle;

Fig. 2 und 3: verschiedenartige Strukturen einer Trennplatte.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem Brennstoffzellenblock, der mehrere Zellen enthält. Dargestellt ist eine Trennplatte 1 zwischen zwei Elektrolyt-Elektroden-Einheiten. Diese bestehen jeweils aus einer Anode 3, 3', einer Kathode 4, 4' und einem Polymerelektrolyt 2, 2'. An den jeweils außen dargestellten Elektroden 3, 4' schließen sich weitere Trennplatten (gestrichelt dargestellt) an. Die Kathodenkammer 5 zwischen der Kathode 4 und der Trennplatte 1 wird bei einer Polymer-Elektrolyt-Membran Brennstoffzelle (DEM BZ) mit reinem Sauerstoff bzw. Luft beschickt, wobei das Gas mittels eines nicht dargestellten Verdichters einen Druck etwa zwischen 2 bis 4 bar erhält. Die Anodenkammer 6 wird mit einem Brenngas, z. B. einem Reformatgas (Wasserstoff) beschickt.

Sauerstoff und Brenngas treten in die Anode 3 bzw. in die Kathode 4 ein und werden dort katalytisch aufgebrochen, wobei ein Ionenaustausch über die Polymer-Elektrolyt-Membran 2 und ein Elektronenaustausch über einen äußeren Stromkreis erfolgt.

Typischerweise sind die einzelnen Brennstoffzellen quadratisch, wobei die Durchströmung der Brennstoffkammern im Kreuzstromprinzip erfolgt. Lediglich zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verwirbelungsprinzips ist in Fig. 1 eine Parallelströmung dargestellt. Entscheidend für die Erfindung ist, daß der jeweiligen Hauptströmung Hindernisse entgegengesetzt werden, die eine Verwirbelung entsprechend der dargestellten Pfeile 7 des jeweiligen Gases bewirken. Die Hindernisse werden in bekannter Weise durch Ausbeulungen der Trennplatte 1 dargestellt, die dadurch, wie Fig. 1 zeigt, eine wellenförmige Struktur erhält.

Fig. 2 zeigt eine mögliche Ausführung dieser Hindernisse. Es handelt sich jeweils um langgestreckte Erhebungen 8, 8', deren Querschnitte quer zur Hauptströmungsrichtung betrachtet in etwa halbsinusförmig sind. Die Hindernisse können sich über die gesamte Breite der Trennplatte

erstrecken, oder aber, was in Fig. 2 dargestellt ist, nur abschnittsweise ausgebildet sein, wobei die Erhebungen 8 in einer Reihe gegenüber den Erhebungen 8' in der in Anströmungsrichtung vor bzw. hinter ihnen liegenden Reihe versetzt angeordnet sind.

Die Ausführung nach Fig. 3 eignet sich besonders gut, falls die Erhebungen nicht auf die Trennplatte aufgesetzt werden, sondern durch Verformungen der Trennplatte entstehen. Hierzu eignen sich insbesondere tellerartige Erhebungen 9, die versetzt zueinander angeordnet sind. In den Lücken sind jeweils tellerartige Vertiefungen 10 vorgesehen, so daß sich auf der anderen Seite der Platte eine komplementäre Struktur ergibt. Die Struktur für das Brenngas (Hauptströmungsrichtung Pfeil 12) und die Struktur für den Sauerstoff (Hauptströmungsrichtung Pfeil 13) sind daher in der jeweiligen Hauptströmungsrichtung betrachtet identisch.

#### Patentansprüche

1. Brennstoffzelle mit zwei porösen Elektroden (3, 4), die zwischen sich einen Elektrolyten (2) einschliessen, und mit zwei schmalen Brennstoffkammern (5, 6), die jeweils von einer der Elektroden (3, 4) und einer der jeweiligen Elektrode im geringen Abstand gegenüberliegenden Trennplatte (1) gebildet sind, wobei der Brennstoff von der einen zur gegenüberliegenden Schmalseite der Kammer geführt wird, so daß die Hauptströmungsrichtung parallel zur Elektrode bzw. zur Trennplatte liegt, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Strömungsweg ein oder mehrere Hindernisse (8, 9) vorhanden sind, die eine Verwirbelung des Brennstoffs bewirken, so daß das Strömungsfeld abschnittsweise eine Geschwindigkeitskomponente (7) in Richtung auf die jeweilige Elektrode (3, 4) erfährt.
2. Brennstoffzelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hindernisse quer zur Hauptströmungsrichtung verlaufende langgestreckte Erhebungen (8) sind.
3. Brennstoffzelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Erhebungen (9) tellerartig sind.
4. Brennstoffzelle nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Erhebungen (8, 8') zweier aufeinanderfolgenden Reihen versetzt zueinander angeordnet sind.
5. Brennstoffzelle nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Erhebung durchgehend quer zur Hauptströmungsrichtung erstreckt.
6. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Querschnittsprofil der Hindernisse (8, 9) in etwa einer Halbsinuswelle entspricht.
7. Brennstoffzelle nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steigung der Erhebung an der Anströmungsflanke größer ist als an der Abströmungsflanke.
8. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hindernisse an der jeweiligen Trennplatte (1) ausgebildet sind.
9. Brennstoffzelle nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hindernisse einstückig mit der Trennplatte (1) ausgebildet sind.
10. Brennstoffzelle nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Trennplatte (1) eine bipolare Platte ist, die in einer elektrisch leitenden Verbindung zu den Elektroden steht, wobei jede bipolare Platte sowohl die Trennplatte (1) der Anodenkammer als auch die der Kathodenkammer der sich jeweils anschließenden

Brennstoffzelle bildet, wobei die Hindernisse (8, 9) durch Verformungen der Trennplatte (1) erzeugt sind und die Hindernisstruktur auf der einen Seite komplementär ist zur Hindernisstruktur auf der anderen Seite.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

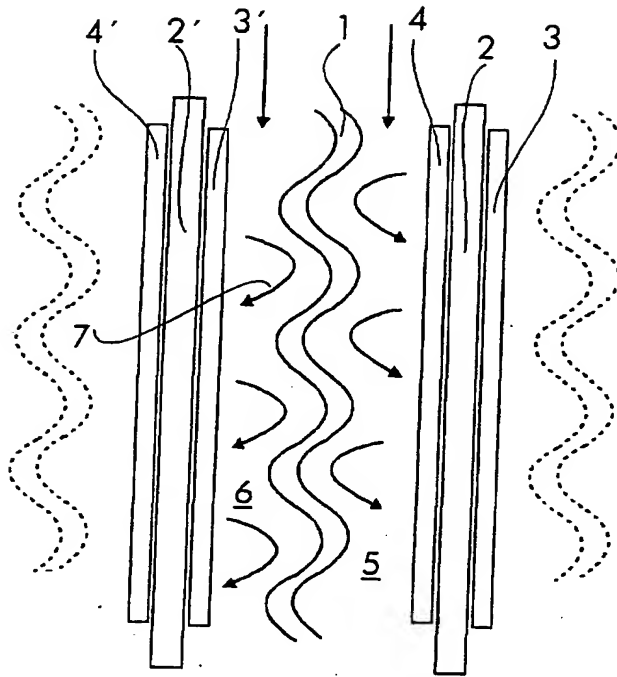


Fig. 1

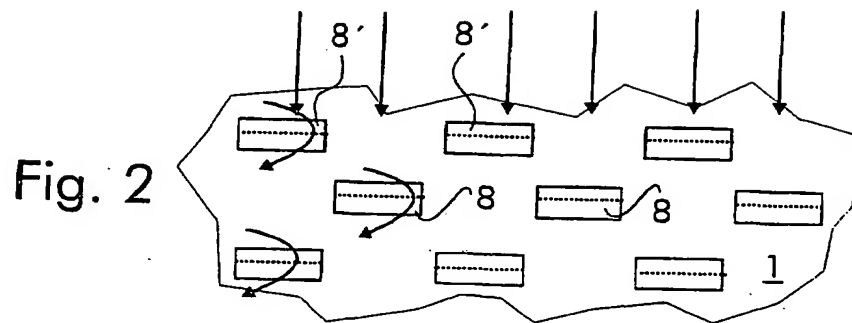


Fig. 2

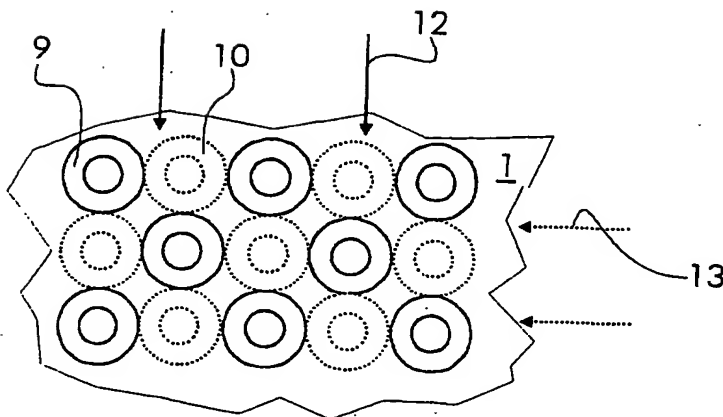


Fig. 3